



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

S/n 09/997,066  
at unit 2832

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

RECEIVED  
FEB 9 2002  
TC 2800 MAIL ROOM

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 4月17日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-117665

出 願 人

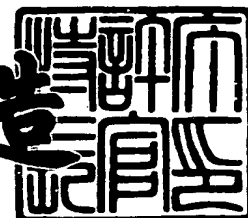
Applicant(s):

株式会社トーキン

2001年11月16日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3101134

【書類名】 特許願

【整理番号】 T-9231

【提出日】 平成13年 4月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01F 19/08  
H01F 1/08

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 株式会社トーキン内

【氏名】 藤原 照彦

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 株式会社トーキン内

【氏名】 石井 政義

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 株式会社トーキン内

【氏名】 保志 晴輝

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 株式会社トーキン内

【氏名】 磯谷 桂太

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 株式会社トーキン内

【氏名】 安保 多美子

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 株式会社トーキン内

【氏名】 伊藤 透

【特許出願人】

【識別番号】 000134257

【氏名又は名称】 株式会社トーキン

【代理人】

【識別番号】 100071272

【弁理士】

【氏名又は名称】 後藤 洋介

【選任した代理人】

【識別番号】 100077838

【弁理士】

【氏名又は名称】 池田 憲保

【選任した代理人】

【識別番号】 100101959

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 格介

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-356705

【出願日】 平成12年11月22日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012416

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9702490

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄板磁石、それを磁気バイアス用磁石とした磁気コア、およびそれを用いたインダクタンス部品

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ポリアミドイミド樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリフェニレンサルファイト樹脂、シリコン樹脂、ポリエステル樹脂、芳香族系ポリアミド、液晶ポリマーから選択された一種類の樹脂に磁石粉末が分散されてなり、該樹脂含有量が体積比で30%以上で、全体の厚みが500 $\mu$ m以下であることを特徴とする薄板磁石。

【請求項2】 請求項1記載の薄板磁石において、前記磁石粉末は、固有保磁力が10KOe以上、Tcが500℃以上、粉末平均粒径が2.5～50 $\mu$ mであることを特徴とする薄板磁石。

【請求項3】 請求項1または2記載の薄板磁石において、前記磁石粉末は、希土類磁石粉末であることを特徴とする薄板磁石。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1つに記載の薄板磁石において、表面のグロス（光沢度）が25%以上であることを特徴とする薄板磁石。

【請求項5】 請求項1～4のいずれか1つに記載の薄板磁石において、成形圧縮率が20%以上であることを特徴とする薄板磁石。

【請求項6】 請求項1～5のいずれか1つに記載の薄板磁石において、前記磁石粉末は、表面活性剤でコーティングされていることを特徴とする薄板磁石。

【請求項7】 請求項1～6のいずれか1つに記載の薄板磁石において、比抵抗が0.1 $\Omega \cdot \text{cm}$ 以上あることを特徴とする薄板磁石。

【請求項8】 磁路の少なくとも1箇所以上に磁気ギャップを有する磁気コアに、該ギャップ両端から磁気バイアスを供給するために、該磁気ギャップ近傍に永久磁石を配してなる磁気バイアス用磁石を有する磁気コアにおいて、前記永久磁石が、請求項1～7のいずれか1つに記載の薄板磁石であることを特徴とする磁気バイアス用磁石を有する磁気コア。

【請求項9】 請求項8に記載の磁気バイアス用磁石を有する磁気コアにお

いて、前記磁気ギャップは約  $500\mu\text{m}$  以下のギャップ長を有し、前記磁気バイアス用磁石は該ギャップ長以下の厚みを有し、厚み方向に磁化されていることを特徴とする磁気バイアス用磁石を有する磁気コア。

【請求項 10】 請求項 8 および 9 のいずれか 1 つに記載の磁気バイアス用磁石を有する磁気コアに、1 ターン以上の巻線を少なくともひとつ施してあることを特徴とするインダクタンス部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、チョークコイルやトランス等のインダクタンス部品の磁気コア（以下、単に「コア」とも呼ぶ）に用いる磁気バイアス用の永久磁石に関し、特に、磁気コア、したがって、インダクタンス部品の厚みを小さくすることを可能とする薄型の磁気コアに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来から、例えばスイッチング電源などに用いられるチョークコイル及びトランスにおいては、通常、交流は直流に重畳して印加される。したがって、これらチョークコイルやトランスに用いる磁気コアは、この直流重畳に対して磁気飽和しない透磁率特性（この特性を「直流重畳特性」と呼ぶ）の良好なことが求められている。

【0003】

高周波用の磁気コアとしてはフェライト磁気コアや圧粉磁気コアが使用されているが、フェライト磁気コアは初透磁率が高く飽和磁束密度が小さく、圧粉磁気コアは初透磁率が低く飽和磁束密度が高い、という材料物性に由来した特徴がある。従って、圧粉磁気コアはトロイダル形状で用いられることが多い。他方、フェライト磁気コアの場合には、例えば E 型コアの中足に磁気空隙（磁気ギャップ）を形成して直流重畳により磁気飽和することを避けることが行われている。

【0004】

しかし、近年の電子機器の小型化要請に伴う電子部品の小型化の要求により、

磁気コアの磁気ギャップも小さくせざるを得ず、直流重畳に対してより高い透磁率の磁気コアが強く求められている。

## 【 0 0 0 5 】

この要求に対しては、一般に、飽和磁化の高い磁気コアを選択する事、つまり高磁界で磁気飽和しない磁気コアの選択が必須とされている。しかし、飽和磁化は材料の組成で必然的に決まるものであり、無限に高く出来るものではない。

## 【 0 0 0 6 】

その解決手段として、磁気コアの磁路に設けた磁気ギャップに永久磁石を配置し、直流重畳による直流磁界を打ち消す事、すなわち、磁気コアに磁気バイアスを与えることが古くから提案されている。

## 【 0 0 0 7 】

この永久磁石を用いた磁気バイアス方法は、直流重畳特性を向上させるには優れた方法であるが、一方で金属焼結磁石を用いると磁気コアのコアロスの増大が著しく、またフェライト磁石を用いると重畳特性が安定しないなどとても実用に耐え得るものではなかった。

## 【 0 0 0 8 】

これらを解決する手段として、例えば特開昭 5 0 - 1 3 3 4 5 3 は、磁気バイアス用永久磁石として保磁力の高い希土類磁石粉末とバインダーとを混合し圧縮成形したボンド磁石を用いること、これにより、直流重畳特性およびコアの温度上昇が改善されたことを開示している。

## 【 0 0 0 9 】

しかし近年、電源に対する電力変換効率向上の要求はますます厳しくなっており、チョークコイル用及びトランス用の磁気コアについても単にコア温度を測定するだけでは優劣が判断不能なレベルとなっている。そのため、コアロス測定装置による測定結果の判断が不可欠であり、実際本発明者等が検討を行った結果、特開昭 5 0 - 1 3 3 4 5 3 に示された抵抗率の値ではコアロス特性が劣化する事が明らかになった。

## 【 0 0 1 0 】

又、近年の電子機器の小型化に伴い、インダクタンス部品の小型化がますます

要求され、したがって、磁気バイアス用磁石の薄型化も又要求されているところである。

【 0 0 1 1 】

また近年、表面実装タイプのコイルが所望されているが、表面実装のためにはコイルはリフローはんだ処理に付される。このリフロー条件で、コイルの磁気コアの特性が劣化しない事が望まれる。また、耐酸化性の希土類磁石が必須である。

【 0 0 1 2 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、小型インダクタンス部品の磁路の少なくとも1箇所以上にギャップを有する磁気コアに、該ギャップ両端から磁気バイアスを供給するために、該ギャップ近傍に永久磁石を配してなる磁気バイアス用磁石を有する磁気コアの小型化を可能とするために特に適した磁石を提供することにある。

【 0 0 1 3 】

さらに、本発明は、優れた直流重畳特性と、コアロス特性と、リフロー条件でも特性に影響を受けず、耐酸化性を有する磁気コアを容易かつ安価に提供する事である。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明によれば、ポリアミドイミド樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリフェニレンサルファイト樹脂、シリコン樹脂、ポリエステル樹脂、芳香族系ポリアミド、液晶ポリマーから選択された一種類の樹脂に磁石粉末が分散されてなり、該樹脂含有量が体積比で30%以上で、全体の厚みが500 $\mu$ m以下であることを特徴とする薄板磁石が得られる。

【 0 0 1 5 】

ここで、前記磁石粉末は、固有保磁力が10KOe以上、Tcが500℃以上、粉末平均粒径が2.5～50 $\mu$ mであることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

本発明の1態様の薄板磁石においては、前記磁石粉末は、希土類磁石粉末であ

る。

【 0 0 1 7 】

本発明の薄板磁石において、表面のグロス（光沢度）が 2 5 % 以上であることが好ましい。

【 0 0 1 8 】

本発明の薄板磁石においては、成形圧縮率が 2 0 % 以上であることが好ましい。

【 0 0 1 9 】

本発明の 1 態様においては、前記磁石粉末は、表面活性剤でコーティングされている。

【 0 0 2 0 】

又、本発明の薄板磁石において、比抵抗が  $0.1 \Omega \cdot \text{cm}$  以上あることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

又、本発明によれば、磁路の少なくとも 1 箇所以上に磁気ギャップを有する磁気コアに、該ギャップ両端から磁気バイアスを供給するために、該磁気ギャップ近傍に永久磁石を配してなる磁気バイアス用磁石を有する磁気コアにおいて、前記永久磁石が、前記した薄板磁石であることを特徴とする磁気バイアス用磁石を有する磁気コアが得られる。

【 0 0 2 2 】

前記磁気ギャップは、約  $500 \mu\text{m}$  以下のギャップ長を有し、前記磁気バイアス用磁石は該ギャップ長以下の厚みを有し、厚み方向に磁化されていることが好ましい。

【 0 0 2 3 】

更に又、本発明によれば、前記薄板磁石を磁気バイアス用磁石として備えた磁気コアに、1 ターン以上の巻線を少なくともひとつ施して、薄型で、直流重畳特性が良好で、コアロス低いインダクタンス部品が得られる。

【 0 0 2 4 】

本発明は、前記課題を達成するべく、磁気コアの磁気ギャップに挿入配置する



磁気バイアス用の永久磁石として、 $500\mu\text{m}$ 以下の厚みの薄板磁石の可能性について検討した。その結果、特定樹脂の含有量が体積比で30%以上の薄板磁石の比抵抗が $0.1\Omega\cdot\text{cm}$ 以上で固有保磁力が10K O e以上の薄板磁石を使用した時優れた直流重畳特性が得られ、しかもコアロス特性の劣化が生じない磁気コアを形成できる事を発見した。これは、優れた直流重畳特性を得るのに必要な磁石特性は、エネルギー積よりもむしろ固有保磁力であり、従って比抵抗の高い永久磁石を使用しても固有保磁力が高ければ十分に高い直流重畳特性が得られる事を見出したことによる。

## 【0025】

比抵抗が高くしかも固有保磁力が高い磁石は、一般的には希土類磁石粉末をバインダーとともに混合して成形した希土類ボンド磁石で得られるが、保磁力の高い磁石粉末であればどのような組成のものでも可能である。希土類磁石粉末の種類はSmCo系、NdFeB系、SmFeN系とあるが、リフロー等の使用時の熱減磁を考えるとキュリー点 $T_c$ が $500^\circ\text{C}$ 以上、固有保磁力 $iH_c$ が10K O e以上の磁石が必要である。

## 【0026】

また、磁石粉末に表面活性材でコーティングすることにより成形体中での粉末の分散が良好となり磁石の特性が向上するためさらに高特性の磁気コアが得られる。

## 【0027】

チョークコイル用及びトランス用磁気コアとしては軟磁気特性を有する材料であればなんでも有効であるが、一般的にはMnZn系又はNiZn系フェライト、圧粉磁気コア、珪素鋼板、アモルファス等が用いられる。また、磁気コアの形状についても特に制限があるわけではなく、トロイダルコア、EEコア、EIコア等あらゆる形状の磁気コアに本発明の適用が可能である。これらコアの磁路の少なくとも1箇所以上にギャップを設け、そのギャップに薄板磁石を挿入配置する。ギャップ長に特に制限はないがギャップ長が狭すぎると直流重畳特性が劣化し、またギャップ長が広すぎると透磁率が低下しすぎるので、おのずから挿入するギャップ長は決まってくる。磁気コア全体の寸法を小さくするために、ギャッ

ブ長を  $500\ \mu\text{m}$  に抑える。

【0028】

次にギャップに挿入される薄板磁石に対する要求特性は、固有保磁力については  $10\text{KOe}$  以下では磁気コアに印可される直流重畳磁界によって保磁力が消失するのでそれ以上の保磁力が必要であり、また比抵抗は大きいほど良いが  $0.1\ \Omega \cdot \text{cm}$  以上であればコアロス劣化の大きな要因にはならない。また、粉末の平均最大粒径が  $50\ \mu\text{m}$  以上になるとコアロス特性が劣化するので、粉末の最大粒径は  $50\ \mu\text{m}$  以下である事が望ましく、最小粒径が  $2.5\ \mu\text{m}$  以下になると粉末熱処理及びリフロー時に粉末の酸化による磁化の減少が顕著になるため  $2.5\ \mu\text{m}$  以上の粒径が必要で有る。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例について説明する。

【0030】

(実施例1)

$\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  磁石粉末とポリイミド樹脂を熱混練機としてラボプラストミルを用いて熱混練を行った。樹脂量としては  $15\text{vol}\% \sim 40\text{vol}\%$  で変化させそれぞれ混練した。熱混練で得たものを熱プレス機で  $0.5\text{mm}$  の薄板磁石の成形を試みた。この結果、樹脂の添加量は  $30\text{vol}\%$  以上でないと成形できないことがわかった。また、本実施例ではポリイミド樹脂薄板磁石の結果を示したが、これ以外のエポキシ樹脂、ポリフェニレンサルファイト樹脂、シリコン樹脂、ポリエステル樹脂、芳香族系ポリアミド、液晶ポリマーのそれぞれにおいても、同様の結果が得られた。

【0031】

(実施例2)

各磁石粉末と各種樹脂とを、それぞれ、下の表1に示す組成でラボプラストミルを用いて熱混練を行った。ラボプラストミルの運転時の設定温度は各樹脂の軟化点よりもそれぞれ  $5^\circ\text{C}$  高い温度とした。

【0032】

【表 1】

表 1 実施例 2 の薄板磁石の組成

	名称	i Hc (kOe)	配合比
①	Sm <sub>2</sub> Co <sub>17</sub> 磁石粉末	1 5	1 0 0 重量部
	ポリイミド樹脂	—	5 0 重量部
②	Sm <sub>2</sub> Co <sub>17</sub> 磁石粉末	1 5	1 0 0 重量部
	エポキシ樹脂	—	5 0 重量部
③	Sm <sub>2</sub> Fe <sub>17</sub> N磁石粉末	1 0 . 5	1 0 0 重量部
	ポリイミド樹脂	—	5 0 重量部
④	Baフェライト磁石粉末	4 . 0	1 0 0 重量部
	ポリイミド樹脂	—	5 0 重量部
⑤	Sm <sub>2</sub> Co <sub>17</sub> 磁石粉末	1 5	1 0 0 重量部
	ポリプロピレン樹脂	—	5 0 重量部

## 【0 0 3 3】

ラボプラストミルで混練したものを、熱プレス機で無磁場中で金型成形する事によりそれぞれ 0 . 5 mm の薄板磁石を作製した。この薄板磁石を図 1 に示す E 型フェライトコア 2 の中央磁脚と同一断面形状に切断した。

## 【0 0 3 4】

次に、図 1 に示すように、一般的な Mn Zn 系フェライト材で作成された磁路長 7 . 5 cm、実効断面積 0 . 7 4 c m の E E コアの中央磁脚に 0 . 5 mm のギャップ加工をした。そのギャップ部に上記作製した薄板磁石 1 を挿入配置して、磁気バイアス磁石 1 を有する磁気コアを作製した。同図において、1 が薄板磁石、2 がフェライトコアである。次に、磁石 1 を、パルス着磁機でコア 2 の磁路方向に着磁後、コア 2 にコイル 3 を巻き線し、HP 製 - 4 2 8 4 L C R メーターで、交流磁場周波数 1 0 0 k H z、重畳磁場 0 ~ 2 0 0 O e の条件で、インダクタンス L を測定した。この測定後、2 7 0 ° C でリフロー炉で 3 0 分保持した後、インダクタンス L を再び測定し、この繰り返しで 5 回測定した。この時の直流重畳による磁界の向きが、磁気バイアス磁石の磁化の向きとは逆になるように直流重畳電流を印可する。得られたインダクタンス L と、コア定数（コア寸法等）と巻線数から透磁率を計算して、直流重畳特性を得た。各コアの 5 回の測定に基づく直流重畳特性を図 2 ~ 図 6 に示す。

## 【0 0 3 5】

図6から、 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  磁石粉末をポリプロピレン樹脂に分散した薄板磁石を挿入配置したコアは2回目以降直流重畳特性が大きく劣化していることがわかる。これは、リフローで薄板磁石が変形してしまった為である。保磁力が4 kOeしかないBaフェライトをポリイミド樹脂に分散した薄板磁石を挿入配置したコアでは、図5に見られるように、測定回数がすすむにつれ、直流重畳特性が大きく劣化することがわかる。逆に、保磁力が10 kOe以上の磁石粉末とポリイミドあるいはエポキシ樹脂とを用いた薄板磁石を挿入配置したコアは、図2～4に見られる通り、繰り返しの測定においても大きな変化は無く、非常に安定した特性を示すことが分かる。これらの結果よりBaフェライト薄板磁石は保磁力が小さいために、薄板磁石に印可される逆向きの磁界によって減磁、または磁化の反転が起こり、直流重畳特性が劣化したものと推測できる。また、コアに挿入する薄板磁石は保磁力が10 kOe以上の薄板磁石において優れた直流重畳特性を示すことが分かった。また、本実施例では示さなかったが、本実施例以外の組み合わせでもポリフェニレンサルファイト樹脂、シリコン樹脂、ポリエステル樹脂、芳香族系ポリアミド、液晶ポリマーから選択した樹脂で作製した薄板磁石においても同様の効果が得られることを確認した。

## 【0036】

## (実施例3)

ポリフェニレンサルファイト樹脂30 vol%と、磁石粉末の粒径が1.0  $\mu\text{m}$ 、2.0  $\mu\text{m}$ 、25  $\mu\text{m}$ 、50  $\mu\text{m}$ 、55  $\mu\text{m}$ の $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  磁石粉末とを、それぞれ、ラボプラストミルを用いて熱混練を行った。ラボプラストミルで混練したものを、熱プレス機により無磁場中で金型成形する事によりそれぞれ0.5 mmの薄板磁石を作製した。次に、実施例2と同様に、図1に示すように、この薄板磁石1をE型フェライトコア2の中央磁脚と同一断面形状に切断し、図1に示すようなコアを作製した。次に、薄板磁石1を、パルス着磁機でコア2の磁路方向に着磁後、コア2にコイル3を巻き線し、岩崎通信機製のSY-8232交流BHトレーサーで、300 KHz、0.1 Tにおけるコアロス特性を室温で測定した。その測定結果を表2に示す。表2より薄板磁石に用いる磁石の粉末平均粒径が2.5～50  $\mu\text{m}$ ではコアロス特性が優れていることがわかった。

【 0 0 3 7 】

【表 2】

表 2 実施例 3 におけるロス測定結果

粉末粒径 ( $\mu\text{m}$ )	2. 0	2. 5	2 5	5 0	5 5
コアロス (KW/m <sup>3</sup> )	670	520	540	555	790

【 0 0 3 8 】

(実施例 4)

$\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  磁石粉末 60 vol % とポリイミド樹脂 40 vol % とをラボプラストミルを用いてそれぞれ熱混練を行った。熱混練で得たものを熱プレス機でプレス圧を変化させ 0. 3 mm の成形体を作製し、パルス着磁装置で 4 T で着磁を行い、薄板磁石を作製した。作製した薄板磁石のグロス（光沢度）は、それぞれ 15 % ～ 33 % でプレス圧が高いほどグロスも高い値を示した。これらの成形体を 1 cm × 1 cm に切断を行い、TOEI TDF-5 Digital Fluxmeter でフラックスを測定した結果とグロスの測定結果を表 3 に並べて示す。

【 0 0 3 9 】

【表 3】

表 3 実施例 4 におけるフラックス測定結果

グロス (%)	1 5	2 1	2 3	2 6	3 3	4 5
フラックス (Gauss)	4 2	5 1	5 4	9 9	1 0 1	1 0 2

【 0 0 4 0 】

表 3 の結果から、グロスが 25 % 以上の薄板磁石では磁石特性が優れている。これは、作製した薄板磁石のグロスが 25 % 以上では薄板磁石の充填率が 90 % 以上となるためである。また、本実施例ではポリイミド樹脂で実験を行った結果を示したが、これ以外のエポキシ樹脂、ポリフェニレンサルファイト樹脂、シリコン樹脂、ポリエステル樹脂、芳香族系ポリアミド、液晶ポリマーから選択された一種類の樹脂でも同様の結果が得られた。

## 【 0 0 4 1 】

## (実施例 5)

乾燥後の体積比が  $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  磁石粉末 60 vol %、ポリイミド樹脂 40 vol % となるように、 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  磁石粉末と新日本理化製リカコート（ポリイミド樹脂）に、溶剤として  $\gamma$ -ブチロラクトンを加えて、円心脱泡機で 5 分攪拌後、3 本ロールで混練を行ってペーストを作製した。溶剤の配合比は、 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  磁石粉末と新日本理化製リカコートを合わせて 70 重量部に対して  $\gamma$ -ブチロラクトンを 10 重量部とした。作製したペーストをドクターブレード法により  $500\ \mu\text{m}$  のグリーンシートを作製し乾燥を行った。乾燥させたグリーンシートを  $1\text{cm} \times 1\text{cm}$  に切断し、プレス圧を変化させ熱プレス機で熱プレスを行い、作製した成形体をパルス着磁装置で 4 T で着磁を行い、薄板磁石を作製した。比較として、熱プレスを行っていない成形体も着磁して薄板磁石にした。また、今回は上記の配合比で作製したが、これ以外の成分、配合比でも、グリーンシート作製可能なペーストが得られるものであれば良い。また、混練のために三本ロールミルを用いたが、これ以外にもホモジナイザーやサンドミル等を用いても良い。作製した薄板磁石のグロス（光沢度）は、それぞれ 9 % ~ 28 % でプレス圧が高いほどグロスも高い値を示した。これらの薄板磁石のフラックスを TOEI TDF-5 Digital Fluxmeter で測定した結果を表 4 に示す。また、この時の薄板磁石の熱プレスによる圧縮率（= 1 - 熱プレス後の厚さ / 熱プレス前の厚さ）を測定した結果も並べて示す。

## 【 0 0 4 2 】

【表 4】

表 4 実施例 5 におけるフラックスの測定結果

グロス (%)	9	13	18	22	25	28
フラックス (Gauss)	34	47	51	55	100	102
圧縮率 (%)	0	6	11	14	20	21

## 【 0 0 4 3 】

以上の結果から、実施例 4 と同様に、グロスが 25 % 以上では良好な磁石特性

が得られる。この理由もグロス 2 5 % 以上では薄板磁石の充填率が 9 0 % 以上となるためである。また、圧縮率についてみると圧縮率 2 0 % 以上で良好な磁石特性が得られることがわかった。

## 【 0 0 4 4 】

本実施例ではポリイミド樹脂で上記組成、配合比で実験を行った結果を示したが、これ以外のこれ以外のエポキシ樹脂、ポリフェニレンサルファイト樹脂、シリコン樹脂、ポリエステル樹脂、芳香族系ポリアミド、液晶ポリマーから選択された一種類の樹脂及び配合比、においても同様の結果が得られた。

## 【 0 0 4 5 】

## (実施例 6)

$\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  磁石粉末と、界面活性剤としてリン酸ナトリウムを 0. 5 wt % とを混合した。同様に、 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  磁石粉末と、カルボキシメチルセルロースナトリウム 0. 5 wt % とを混合、 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  磁石粉末と珪酸ナトリウムとを、それぞれ混合した。これら混合した粉末の、それぞれ、6 5 v o l % と、ポリフェニルサルファイト樹脂 3 5 v o l % とをラボプラストミルを用いてそれぞれ熱混練を行った。ラボプラストミルで混練したものを熱プレスにより 0. 5 mm に成型し、実施例 2 と同一の、図 1 に示す E 型フェライトコア 2 の中央磁脚と同一断面形状に切断し、E E コア 2 の中央磁脚ギャップ部に上記作製した薄板磁石 1 を挿入配置し、図 1 に示すコアを作製した。次に、この薄板磁石 1 をパルス着磁機でコア 2 の磁路方向に着磁後、コア 2 にコイル 3 を巻き線し、岩崎通信機製の SY-8232 交流 BH トレーサーにて、3 0 0 K H z、0. 1 T におけるコアロス特性を室温で測定した。その測定結果を表 5 に示す。比較として、界面活性剤を用いずに、 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  磁石粉末 6 5 v o l % とポリフェニルサルファイト樹脂 3 5 v o l % とをラボプラストミルで混練したものを熱プレスにより 0. 5 mm に成型し、上記と同じフェライト E E コアの中央磁脚の磁気ギャップ中に挿入配置し、これをパルス着磁機でコアの磁路方向に着磁後に、コイルを巻き線し、コアロスを測定した。その結果も表 5 に並べて示す。

## 【 0 0 4 6 】

【表 5】

表 5 実施例 6 におけるコアロス測定結果

試料名	コアロス (KW/m <sup>3</sup> )
リン酸ナトリウム添加品	4 9 5
カルボキシメチルセルロースナトリウム添加品	5 0 0
珪酸ナトリウム	4 8 5
添加剤無し	5 9 0

【 0 0 4 7 】

表 5 より界面活性剤を添加したものは良好なコアロス特性を示している。これは、界面活性剤を添加することにより、1 次粒子の凝集を防止し、渦電流損を抑制したためである。本実施例ではリン酸塩を添加した結果を示したがこれ以外の界面活性剤を添加しても同様に、コアロス特性が良好である結果が得られた。

【 0 0 4 8 】

(実施例 7)

$\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  磁石粉末とポリイミド樹脂とをラボプラストミルで熱混練した後、熱プレス機で無磁場中でプレス成形する事により厚さ 0.5 mm の薄板磁石を作製した。ここでポリイミド樹脂の樹脂量を調節する事により、比抵抗が各々 0.05、0.1、0.2、0.5、1.0  $\Omega \cdot \text{cm}$  の薄板磁石を作成した。その後、実施例 2 と同様に、図 1 の E 型フェライトコア 2 の中央磁脚と同一断面形状に加工した。次にこの MnZn 系フェライト材で作成された磁路長 7.5 cm、実効断面積 0.74 cm<sup>2</sup> の EE コア 2 の中央磁脚の磁気ギャップに上記作成した薄板磁石 1 を挿入配置し、電磁石で磁路方向に着磁後、コイル 3 巻き線し、岩崎通信機製の SY-8232 交流 BH トレーサーで、300 KHz、0.1 T におけるコアロス特性を室温で測定した。ここで測定に使用したフェライトコアは同一のものであり、磁石だけを比抵抗の異なるものと交換して、コアロスを測定したその結果を表 6 に示す。

【 0 0 4 9 】



【表 6】

表 6 実施例 7 におけるコアロス特性

比抵抗 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0
コアロス (KW/m <sup>3</sup> )	1220	530	520	515	530

## 【 0 0 5 0 】

表 6 より比抵抗 0.1  $\Omega \cdot \text{cm}$  以上の磁気コアでは良好なコアロス特性を示していることがわかる。これは、薄板磁石の比抵抗をあげることにより渦電流損失を抑制できるためである。

## 【 0 0 5 1 】

## (実施例 8)

各種磁石粉末と各種樹脂とを各々表 1 に示す組成で、以下の記載した方法で混練、成形、加工して厚さ 0.5 mm の試料を作製した。ここで  $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  系粉末とフェライト粉末は焼結体の粉碎粉末であり、 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}$  粉末は還元拡散法で作製した  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$  粉末を窒化処理した粉末であり、各粉末は平均粒径で約 5  $\mu\text{m}$  であった。芳香族系ポリアミド樹脂 (6 T ナイロン) とポリプロピレン樹脂はラボプラストミルを用いて Ar 中 300℃ (ポリアミド)、250℃ (ポリプロピレン) で熱混練後、熱プレス機で成形し試料を作成した。可溶性ポリイミド樹脂は溶剤として  $\gamma$ -ブチロラク톤を加えて遠心脱泡機で 5 分間攪拌してペーストを作製後、ドクターブレード法により出来あがり 500  $\mu\text{m}$  になるようにグリーンシートを作製し、乾燥後、熱プレスによって試料を作製した。エポキシ樹脂はビーカーで攪拌混合後金型成形し適当なキュア条件により試料を作製した。これら試料の比抵抗は全て 0.1  $\Omega \cdot \text{cm}$  以上であった。

## 【 0 0 5 2 】

この薄板磁石を以下に説明するフェライトコアの中芯断面形状に切断した。コアは一般的な  $\text{MnZn}$  系フェライト材で作成された磁路長 5.9 cm、実効断面積 0.74 cm<sup>2</sup> の EE コアであり中芯には 0.5 mm のギャップ加工をした。そのギャップ部に上記作製した薄板磁石を挿入し、図 1 に示すように配置した (1 が薄板磁石、2 がフェライトコア、3 は巻き線部)。

【 0 0 5 3 】

次にパルス着磁機で磁路方向に着磁後、Hewlett Packard製HP-4284A LCRメーターで直流重畳特性を交流磁場周波数100KHz、直流重畳磁場35 Oeの実効透磁率を測定した。

【 0 0 5 4 】

次にこれらコアを270℃のリフロー炉で30分間保持した後、再び直流重畳特性を全く同じ条件で測定した。

【 0 0 5 5 】

比較例として、ギャップに磁石を挿入しないものについても同様に測定し、これはリフロー前後で特性の変化はなく、実効透磁率 $\mu_e$ は70であった。

【 0 0 5 6 】

これらの結果を表7に、また結果の1例として図7に試料②と④と比較例との直流重畳特性を示す。また直流バイアス磁界の向きは、挿入時に着磁した磁石の磁化の向きとは逆になるように重畳電流を印可するのはもちろんのことである。

【 0 0 5 7 】

なおポリプロピレン樹脂の薄板磁石を挿入したコアは、磁石が著しく変形したため測定出来なかった。

【 0 0 5 8 】

保磁力が4KOeしかないBaフェライトの薄板磁石を挿入したコアではリフロー後、直流重畳特性が大きく劣化することがわかる。またSm<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>Nの薄板磁石を挿入したコアでもリフロー後、直流重畳特性が大きく劣化することがわかる。逆に、保磁力が10KOe以上でT<sub>c</sub>が770℃と高いSm<sub>2</sub>Co<sub>17</sub>の薄板磁石を挿入したコアは、特性の劣化が認められず、非常に安定した特性を示すことが分かる。

【 0 0 5 9 】

これらの結果よりBaフェライト薄板磁石は保磁力が小さいために、薄板磁石に印可される逆向きの磁界によって減磁、または磁化の反転が起こり、直流重畳特性が劣化したものと推測でき、またSmFeN磁石は保磁力が高いもののT<sub>c</sub>が470℃と低いために熱減磁が生じ、それに逆向きの磁界による減磁の相乗効

果により特性が劣化したと推測される。従って、コアに挿入する薄板磁石は保磁力が10kOe以上でTcが500℃以上の薄板磁石において優れた直流重畳特性を示すことが分かった。

## 【0060】

また、本実施例では示さなかったが、本実施例以外の組み合わせでも請求項1で示した樹脂で作製した薄板磁石においても同様の効果が得られることを確認した。

## 【0061】

【表7】

試料	磁石組成 樹脂組成	IHc (kOe)	配合比	170°前μe (at 35 Oe)	170°後μe (at 35 Oe)
①	Sm (Co <sub>0.742</sub> Fe <sub>0.20</sub> Cu <sub>0.055</sub> Zr <sub>0.029</sub> ) <sub>7.7</sub>	15	100 重量部	140	130
	芳香族ポリアミド樹脂	—	100 重量部		
②	Sm (Co <sub>0.742</sub> Fe <sub>0.20</sub> Cu <sub>0.055</sub> Zr <sub>0.029</sub> ) <sub>7.7</sub>	15	100 重量部	120	120
	可溶性ポリイミド樹脂	—	100 重量部		
③	Sm (Co <sub>0.742</sub> Fe <sub>0.20</sub> Cu <sub>0.055</sub> Zr <sub>0.029</sub> ) <sub>7.7</sub>	15	100 重量部	140	120
	エポキシ樹脂	—	100 重量部		
④	Sm <sub>2</sub> Fe <sub>17</sub> N 磁石粉末	10	100 重量部	140	70
	芳香族ポリアミド樹脂	—	100 重量部		
⑤	Ba フェライト磁石粉末	4.0	100 重量部	90	70
	芳香族ポリアミド樹脂	—	100 重量部		
⑥	Sm (Co <sub>0.742</sub> Fe <sub>0.20</sub> Cu <sub>0.055</sub> Zr <sub>0.029</sub> ) <sub>7.7</sub>	15	100 重量部	140	—
	ポリプロピレン樹脂	—	100 重量部		

## 【0062】

## (実施例9)

実施例8と全く同じSm<sub>2</sub>Co<sub>17</sub>系磁石粉末 (iHc=15kOe) と可溶性ポリアミドイミド樹脂 (東洋紡バイロマックス) を加圧ニーダーで混練後、プラネタリーミキサーで希釈混練したものを遠心脱泡機で5分間攪拌してペーストを作製した。ペーストはドクターブレード法により乾燥後の厚みが約500μmになるようにグリーンシートを作製し、乾燥後、熱プレス、次に厚さ0.5mmに加工し、薄板磁石試料とした。ここでポリアミドイミド樹脂の樹脂量は、比抵抗が各々0.06、0.1、0.2、0.5、1.0Ω・cmとなるように表8のとおり調製した。これらの薄板磁石を実施例1と全く同じコアの中芯断面形

状に切断し、測定試料とした。

【0063】

次に、実施例8と全く同じ0.5mmのギャップ長を有するEEコアに上記作製した薄板磁石を挿入し、パルス着磁機で磁石を着磁した。これらのコアについて、岩崎通信機製のSY-8232交流BHトレーサーを用いて300KHz、0.1Tにおけるコアロス特性を室温で測定した。ここで測定に使用したフェライトコアは同一のものであり、比抵抗の異なる磁石だけを交換、挿入し再びパルス着磁機で着磁後コアロス特性を測定した。

【0064】

その結果を表8に示す。比較例として、全く同じギャップ付のEEコアの、同じ測定条件でのコアロス特性は520(KW/m<sup>3</sup>)であった。表8から、比抵抗0.1Ωcm以上の磁気コアで良好なコアロス特性を示している。これは薄板磁石の比抵抗をあげると渦電流損失を抑制できるためと推測される。

【0065】

【表8】

試料	磁石組成	樹脂量 (vol%)	比抵抗 (Ω・cm)	コアロス (KW/m <sup>3</sup> )
①	Sm(Co <sub>0.742</sub> Fe <sub>0.20</sub> Cu <sub>0.055</sub> Zr <sub>0.029</sub> ) <sub>7.7</sub>	25	0.06	1250
②		30	0.1	680
③		35	0.2	600
④		40	0.5	530
⑤		50	1.0	540

【0066】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、500μm以下の薄板磁石が得られ、この薄型磁石を磁気バイアス磁石として使用することにより、小型で、高周波における磁気コアの直流重畳特性が向上した且つリフロー温度でも特性の劣化のない磁気コア及び、この磁気コアを用いて、リフローにて特性の劣化の恐れなく表面実装を可能としたインダクタンス素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の 1 実施の形態によるチョークコイル一例を示す斜視図及び断面図である。

【図 2】

実施例 2 における  $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  磁石とポリイミド樹脂からなる薄板磁石の直流重畳特性の測定データである。

【図 3】

実施例 2 における  $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  磁石とエポキシ樹脂からなる薄板磁石の直流重畳特性の測定データである。

【図 4】

実施例 2 における  $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}\text{N}$  磁石とポリイミド樹脂からなる薄板磁石の直流重畳特性の測定データである。

【図 5】

実施例 2 における Ba フェライト磁石とポリイミド樹脂からなる薄板磁石の直流重畳特性の測定データである。

【図 6】

実施例 2 における  $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  磁石とポリプロピレン樹脂からなる薄板磁石の直流重畳特性の測定データである。

【図 7】

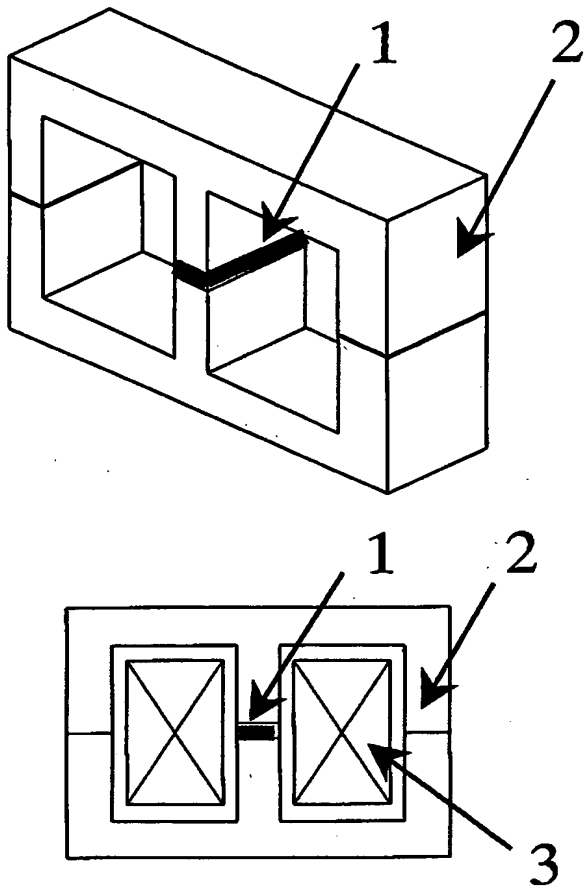
実施例 8 における試料 2 および 4 からなる薄板磁石を用いた場合と、薄板磁石を用いない場合について、リフロー前後における直流重畳特性の測定データである。

【符号の説明】

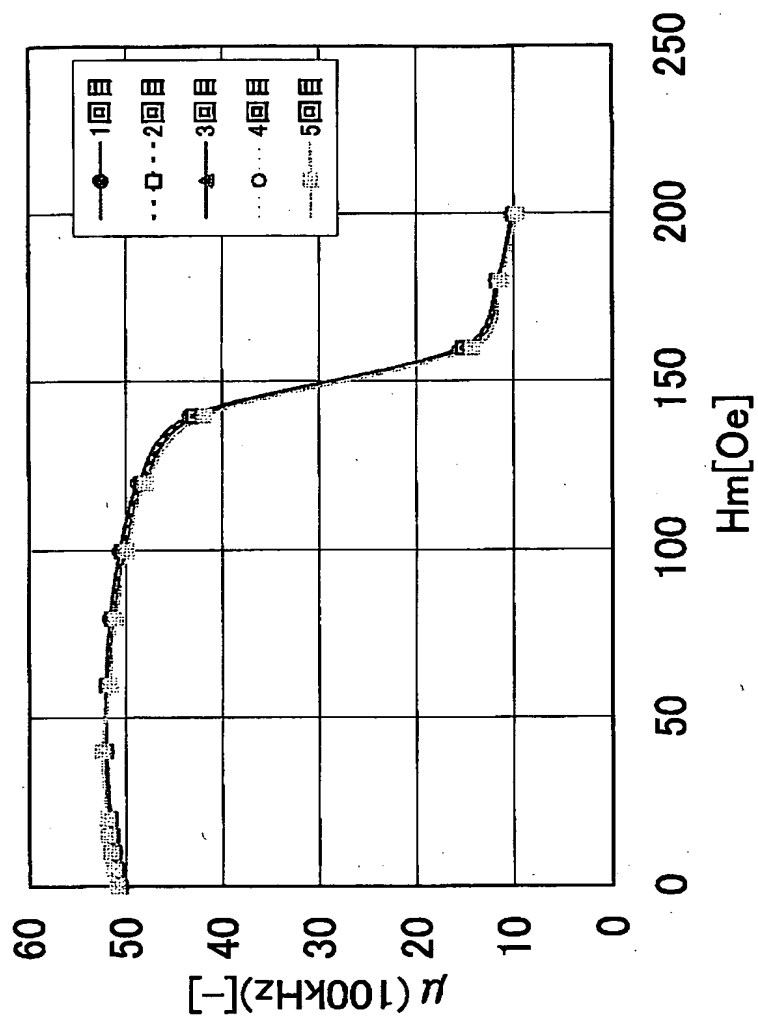
- 1 磁気バイアス用磁石
- 2 フェライトコア
- 3 コイル

【書類名】 図面

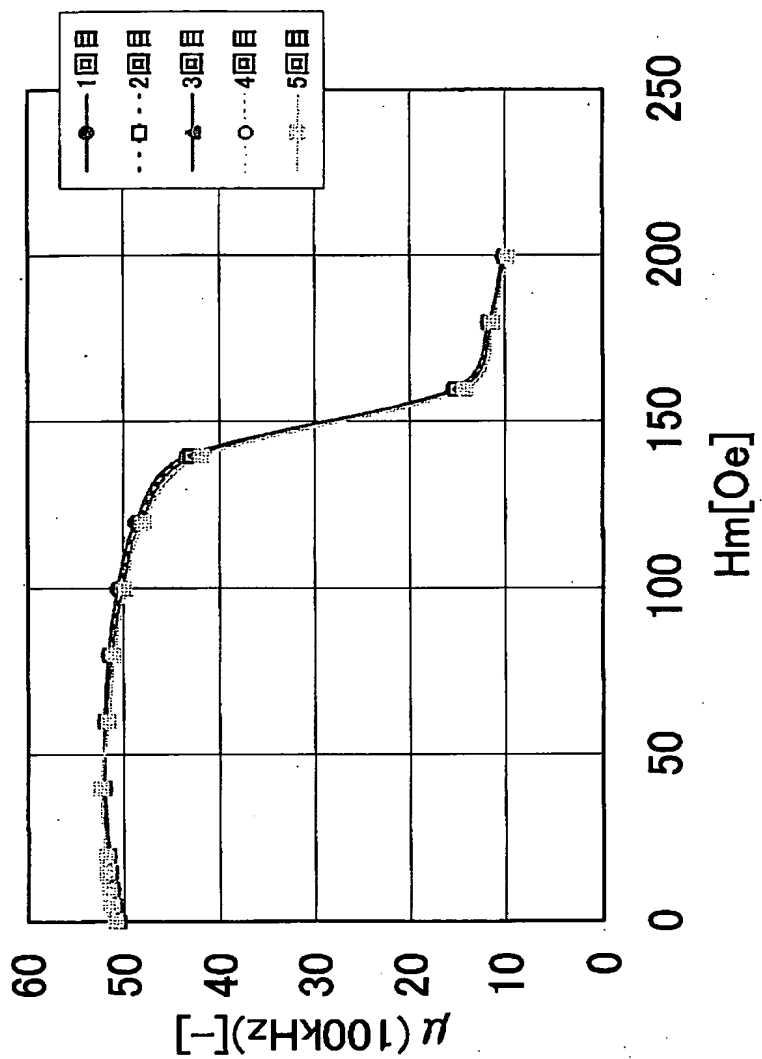
【図 1】



【図 2】

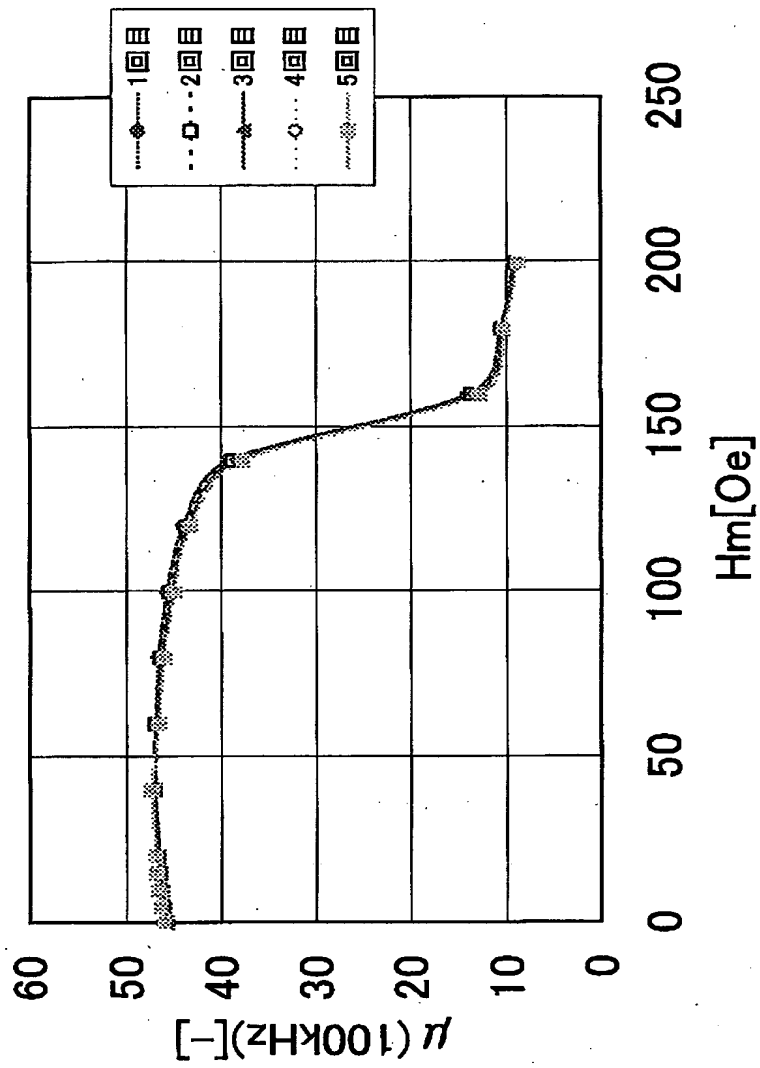


【図 3】

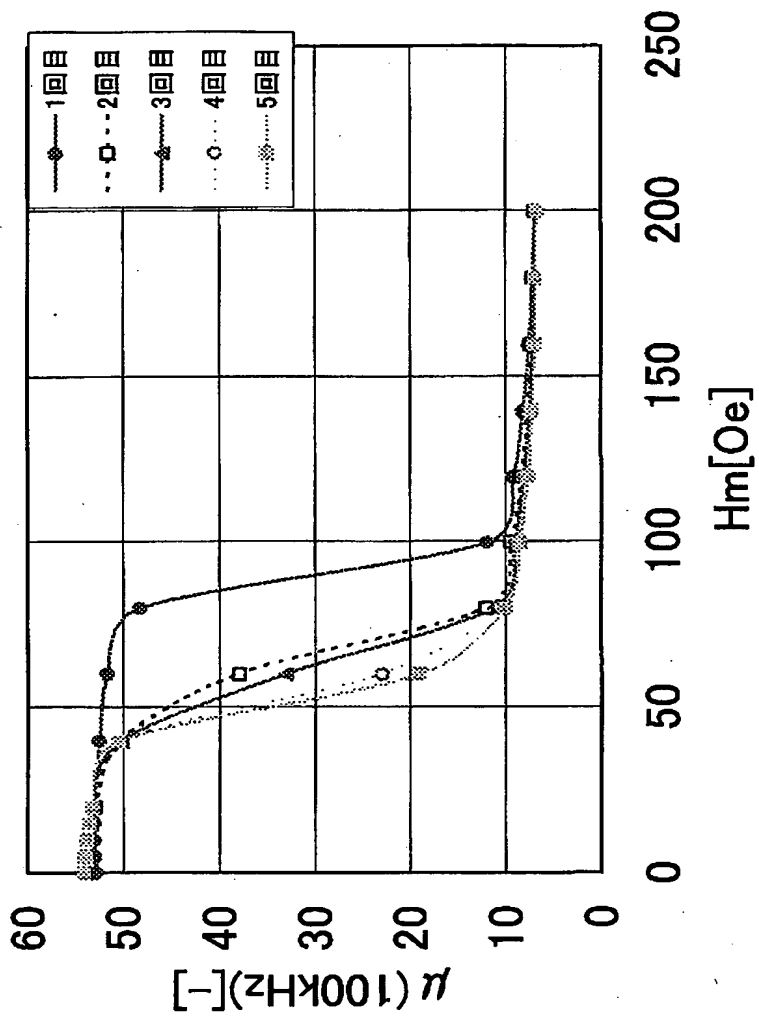




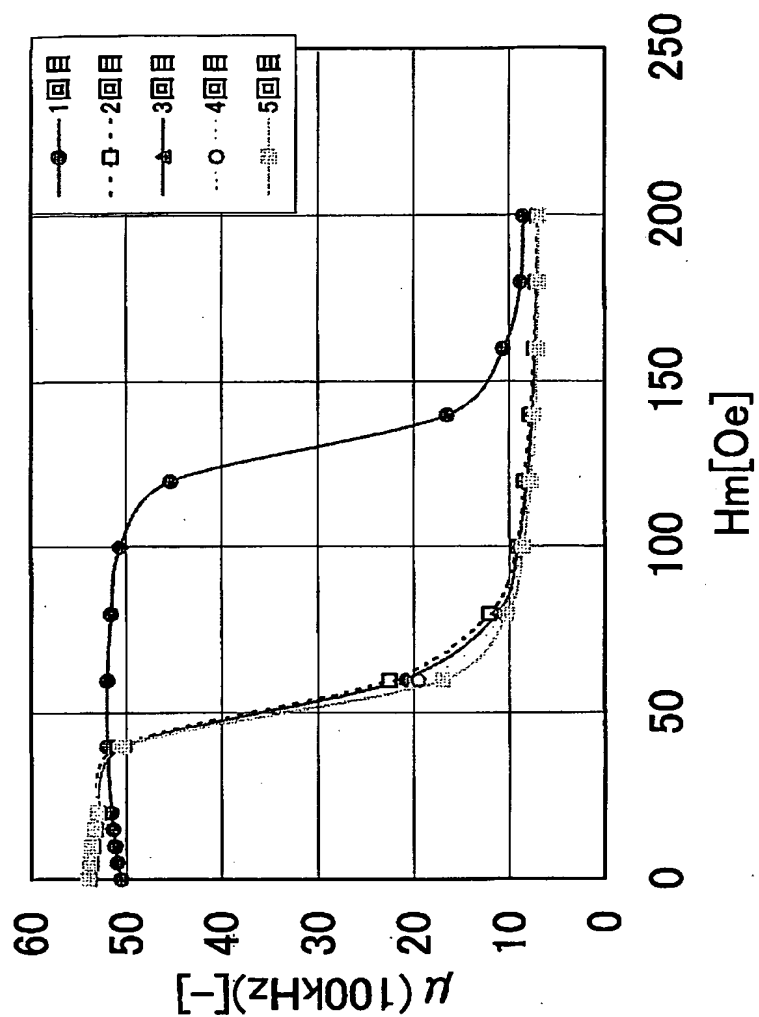
【図4】



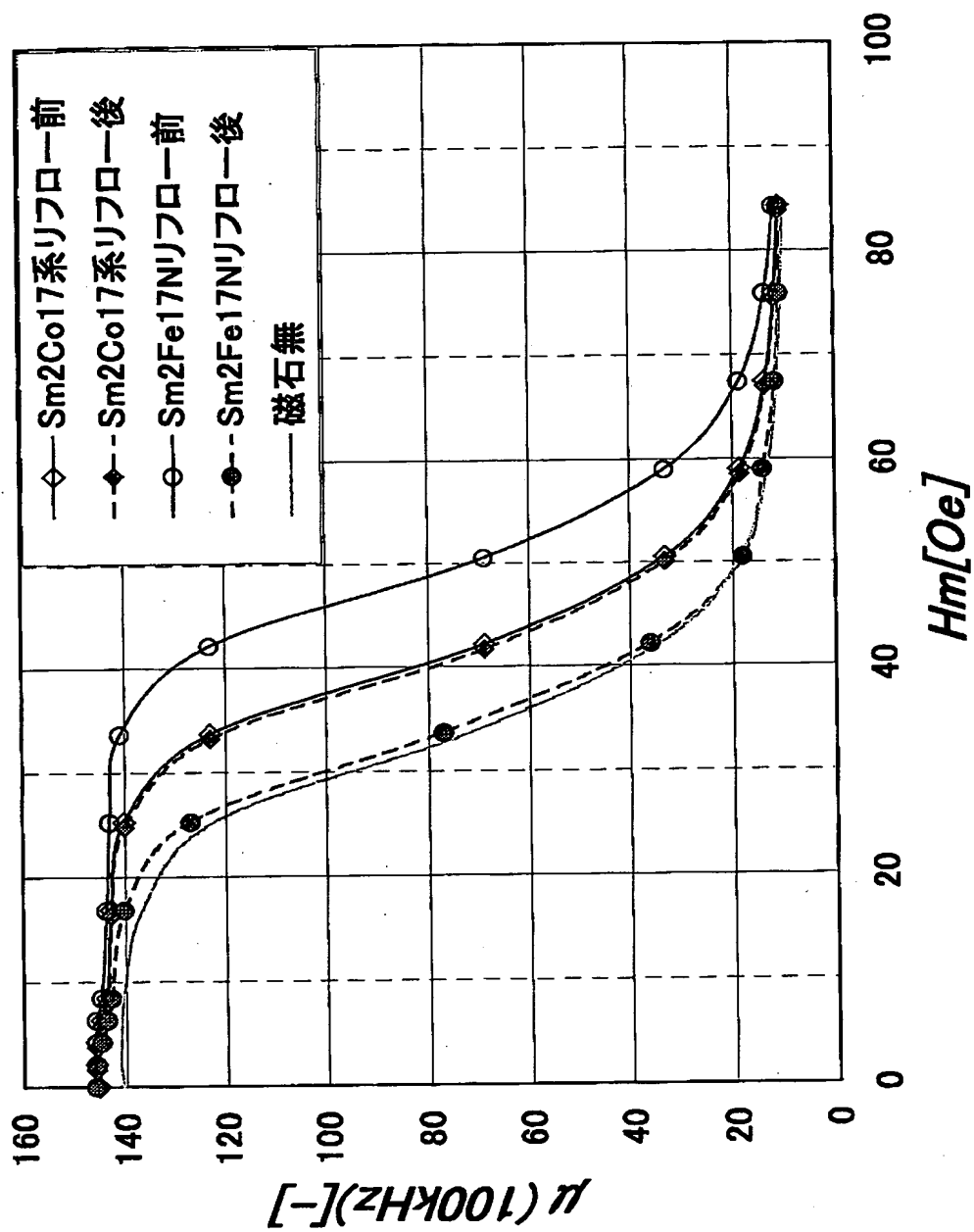
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 磁気コアのための磁気バイアス用永久磁石として、薄板であり、且つ、これを用いたインダクタンス素子を、熱による特性劣化の恐れなくリフローにて表面実装可能とするための薄板磁石を提供する。

【解決手段】 ポリアミドイミド樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリフェニレンサルファイト樹脂、シリコン樹脂、ポリエステル樹脂、芳香族系ポリアミド、液晶ポリマーから選択された一種類の樹脂に磁石粉末が分散されてなり、該樹脂含有量が体積比で30%以上で、全体の厚みが500 $\mu$ m以下であることを特徴とする薄板磁石であり、前記磁石粉末は、固有保磁力が10kOe以上、 $T_c$ が500℃以上、粉末平均粒径が2.5～50 $\mu$ m、表面活性剤でコーティングされている希土類磁石粉末である。薄板磁石は、表面のグロス（光沢度）が25%以上、成形圧縮率が20%以上、比抵抗が0.1 $\Omega \cdot \text{cm}$ 以上あることが好ましい。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-117665
受付番号	50100560156
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成13年 4月20日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000134257
【住所又は居所】	宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号
【氏名又は名称】	株式会社トーキン

【代理人】

申請人

【識別番号】	100071272
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1-4-10 第3森ビル 後 藤池田特許事務所

【氏名又は名称】	後藤 洋介
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100077838
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1-4-10 第3森ビル 後 藤池田特許事務所

【氏名又は名称】	池田 憲保
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100101959
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1丁目4番10号第3森ビル 後藤池田特許事務所

【氏名又は名称】	山本 格介
----------	-------

特2001-117665

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000134257]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

氏 名 株式会社トーキン